

砥粒加工の加工点における力学的・化学的現象の解明

東京大学 生産技術研究所 機械・生体系部門 土屋研究室

研究背景

従来の問題点

- 次世代半導体材料などの精密加工技術が必要とされているが、従来の機械化学研磨において、加工メカニズムが解明されていない部分がある
- 新しい材料の加工技術、新しい砥粒・砥石の開発のためには、加工メカニズムに基づいた加工条件の最適化が必要
- 従来は加工条件と加工結果の関係にのみ着目していたが、効率的な最適化のためには適切な中間パラメータの取得が必要。
 - ・加工部材の変動
 - ・加工点温度などの局所的な環境因子
- これらの最適化によって、従来より高精度、高能率、低環境負荷の加工技術の開発を目指す

研究目的

被加工物と砥粒の界面で生じる加工現象の素過程を、力学的・化学的観点から解明する

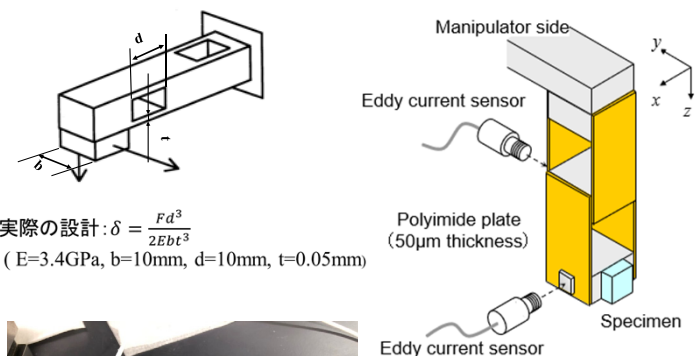
研究手法

- マイクロハンドリングシステムを利用して、種々の条件でワークの表面を単一砥粒で削り、その際の情報から考察
 - ・研磨時の顕微鏡観察
 - ・加工反力の計測
 - ・加工前後の材料や砥粒表面の形状と成分分析

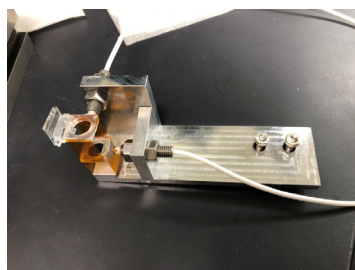
カセンサの設計と制作

カセンサの設計

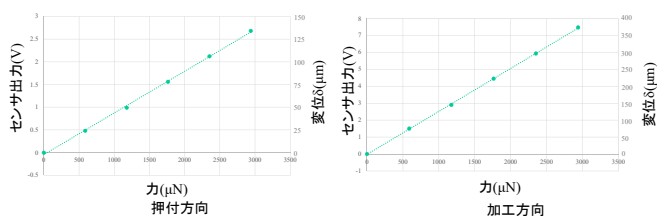
- 実際の加工力を反映した平行平板型の二軸のカセンサを設計
 - ・研磨パッドの剛性を再現
 - ・変位の計測に渦電流センサを使用



実際の設計: $\delta = \frac{F d^3}{2 E b t^3}$
 (E=3.4GPa, b=10mm, d=10mm, t=0.05mm)



試作したカセンサ

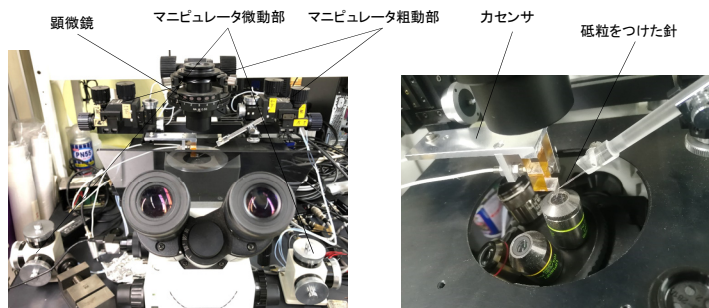


カセンサの検定結果

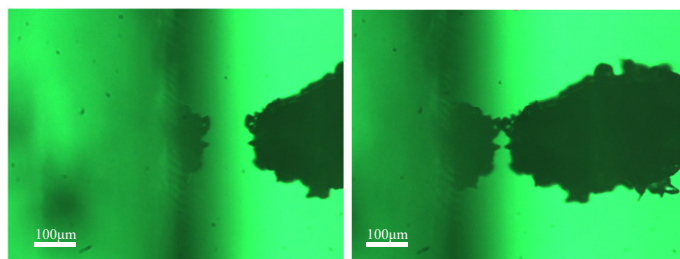
システムの構築

システムの構築

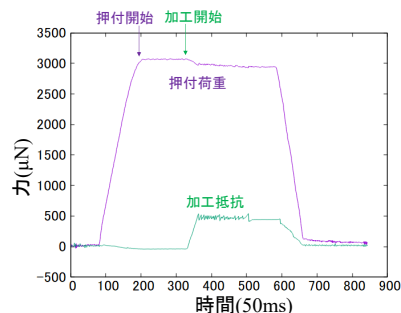
- マニピュレータを搭載した顕微鏡に単一砥粒を接着した針とカセンサを取り付けシステムを構築した



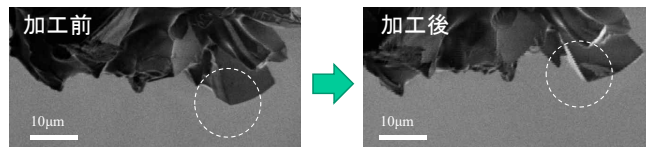
加工実験装置のセットアップ



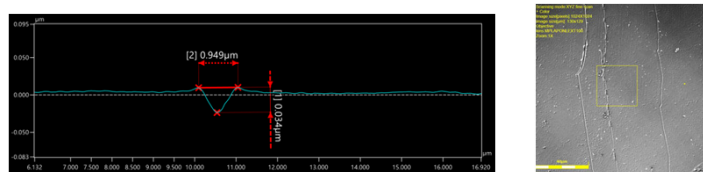
加工点の顕微鏡画像



押付荷重と加工反力のグラフ



SEMIによる砥粒の観察



レーザー顕微鏡による加工後のワーク表面形状の観察

まとめ

- 砥粒加工工程の加工点精密観察のためのシステムを構築した
- 実際の研磨パッドの剛性に近い2軸のカセンサを試作した
- 種々の顕微鏡を使った観察を可能にした
- 単一砥粒による加工実験を行い、加工抵抗、ワーク形状および砥粒の変化を計測した